الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التربية الوطنية
مؤسسة التربية و التعليم الخاصة
أوبينيا تر
ابتدائي متوسط ثانوي اقامة
رقم الهاتف: 35 22 47 0550 / 63 54 71 023 فاكس: 67 54 71 023 Email: saitameur3@gmail.com

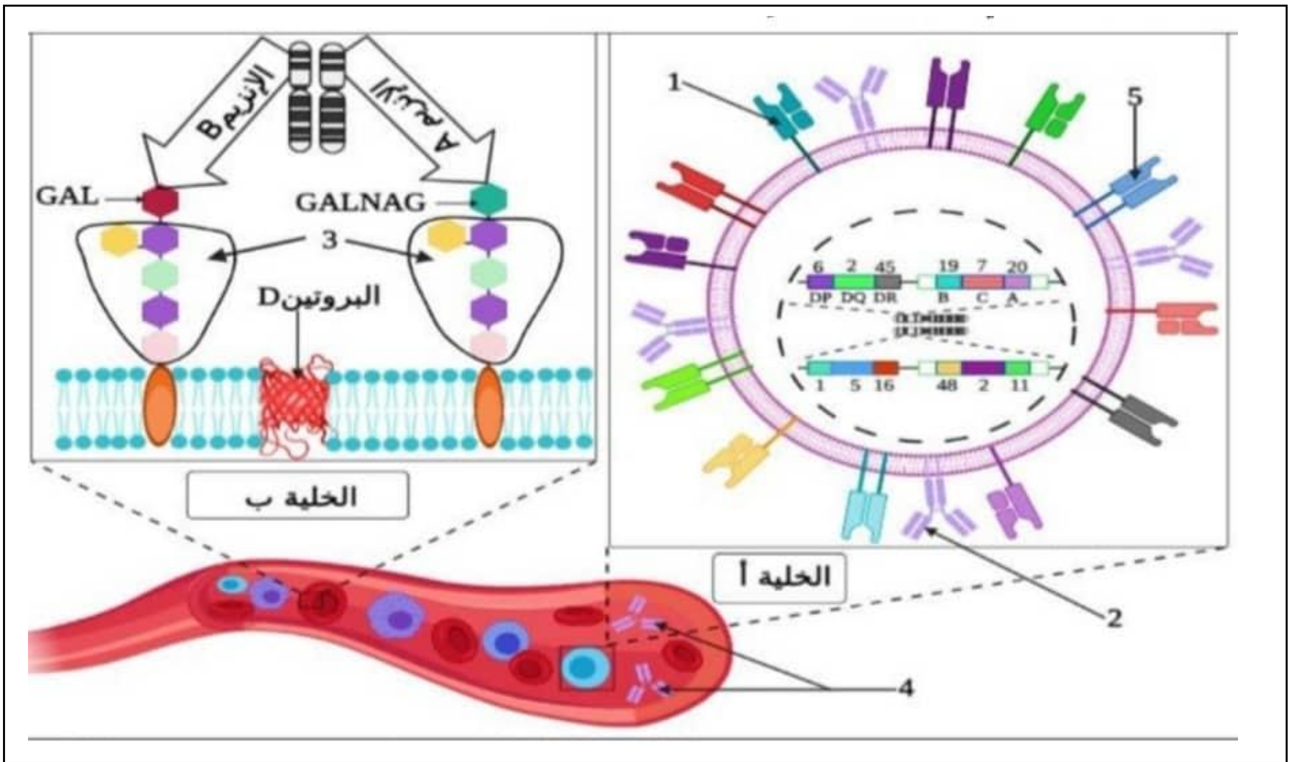
المستوى:الثالثة رياضي	ماي2022
بكالوريا تجريبية في مادة العلوم الطبيعية	المدة2ساعات و نصف

على المترشح أن يختار احد الموضوعيين

الموضوع الأول

التمرين الأول

تلعب البروتينات دور جد فعال في تحديد ذات كل فرد و تمييز الأجسام الغريبة الممكن أن تخترقها بغرض حمايتها منها و يون دلك باليات عالية التنظيم تقوم به



-سم البيانات المرقمة مع تحديد دور كل منها ثم تعرف على الخليتين (أ)و (ب) و المعيار المعتمد في دلك مبرزا النمط الوراثي السامح بانجاز الوثيقة أعلاه
.

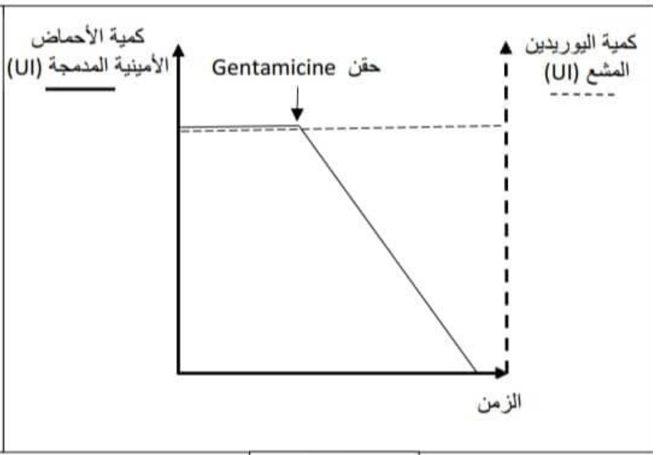
2 - انطلاقا من الوثيقة و مكتسباتك اكتب نص علمي تبين من خلاله دور البروتينات في تحديد الهوية البيولوجية المميزة لكل فرد و حمايته من الأجسام الغريبة عن العضوية .

التمرين الثاني

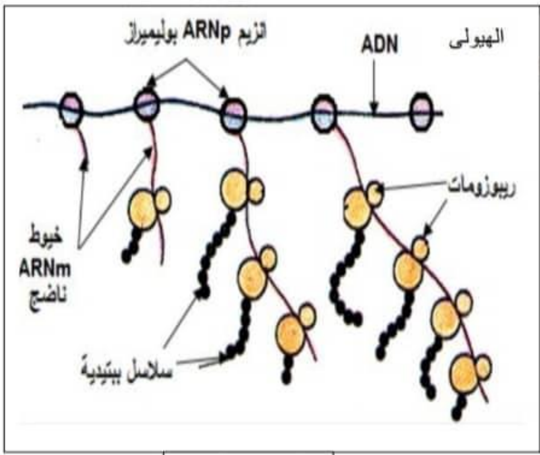
تؤثر المضادات الحيوية على البكتيريا بعدة طرق فبعضها يمنع تكوين الجدار الخلوي و تعمل أخرى عن طريق منع تفاعلات الايض الضرورية لعملية التركيب الحيوي و تعمل أخرى على تثبيط التعبير ألمورثي نريد في هده الدراسة تحديد مقر و آلية تأثير احد المضادات الحيوية على البكتيريا

الجزء الأول نقوم بعزل بكتيريا من المضادات الحيوية **Gentamicine** في وسط زرع ملائم لتكاثر البكتيريا يحتوي على أحماض أمنية مشعة و يوردين مشع ثم بتراكيز متزايدة مع مرور الزمن نضيف للوسط المضاد المضاد الحيوي
و نقوم بقاس تراكيز كل من الأحماض الأمنية المدمجة و اليوردين المدمج نتائج التجربة موضحة في الوثيقة 1

تمثل الوثيقة2 رسم تخطيطي لعملية تركيب البروتين عند الخلايا بدائية النواة مثل البكتيريا



الوثيقة -1-



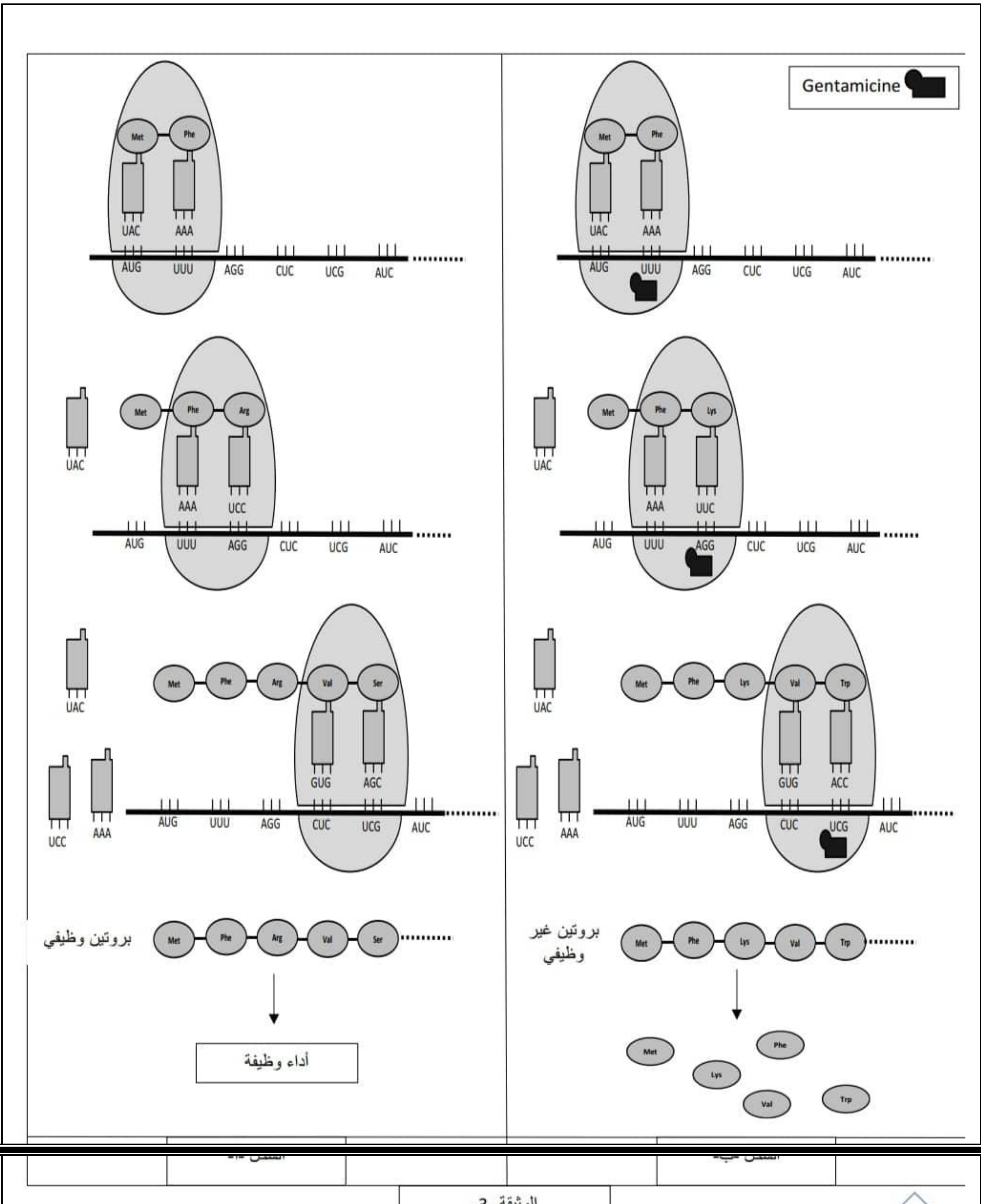
الوثيقة -2-

1-علل استعمال الأحماض المنية المشعة و اليوردين المشع و اعتمادا على الوثيقة 2 استخرج الفرق بين تركيب البروتين بين الخلايا حقيقية النواة و بدائية النواة .

2-باستغلالك للوثيقة 1-2 اقترح 3 فرضيات تحدد من خلالها مستوى تأثير المضاد الحيوي .

الجزء الثاني

تمثل الوثيقة 3 رسما تخطيطيا لمراحل الترجمة عند البكتيريا في الحالة الطبيعية (الشكل ا) و في وجود المضاد الحيوي **Gentamicine** و تمثل الوثيقة 4 جدول الشفرة الوراثية



Second Letter

1st letter	U	C	A	G	3rd letter
U	UUU Phe UUC Phe UUA Leu UUG Leu	UCU Ser UCC Ser UCA Ser UCG Ser	UAU Tyr UAC Tyr UAA Stop UAG Stop	UGU Cys UGC Cys UGA Stop UGG Trp	U C A G
C	CUU Leu CUC Leu CUA Leu CUG Leu	CCU Pro CCC Pro CCA Pro CCG Pro	CAU His CAC His CAA Gln CAG Gln	CGU Arg CGC Arg CGA Arg CGG Arg	U C A G
A	AUU Ile AUC Ile AUA Ile AUG Met	ACU Thr ACC Thr ACA Thr ACG Thr	AAU Asn AAC Asn AAA Lys AAG Lys	AGU Ser AGC Ser AGA Arg AGG Arg	U C A G
G	GUU Val GUC Val GUA Val GUG Val	GCU Ala GCC Ala GCA Ala GCG Ala	GAU Asp GAC Asp GAA Glu GAG Glu	GGU Gly GGC Gly GGA Gly GGG Gly	U C A G

الوثيقة -4-

1 باستغلال المنظم للوثائق الجزء الثاني ناقش الفرضيات المقترحة سابقا و اجب عن الهدف من التمرين

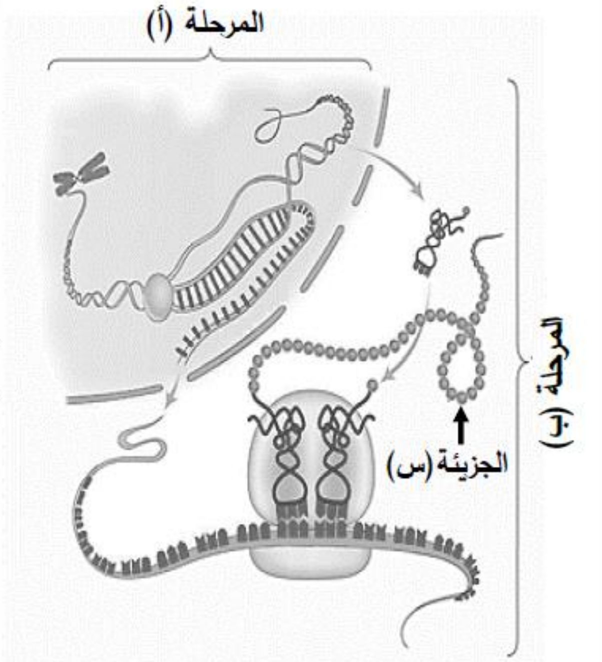
الجزء الثالث

أنجز مخططا وظيفيا تظهر فيه آليات التعبير المورثي و مستويات المحتملة لتثبيط عملية تركيب البروتين
.

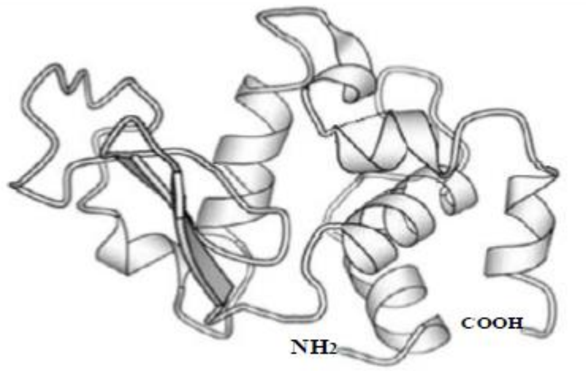
الموضوع الثاني

التمرين الأول

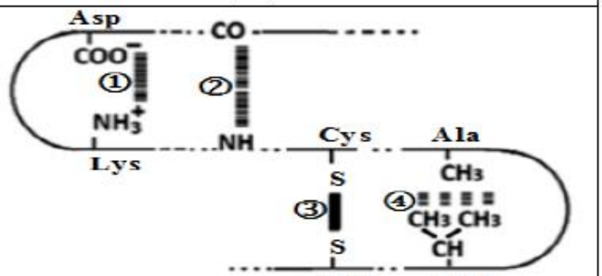
تركب الخلايا الحية بآليات محدّدة بروتينات متنوعة ذات أهمية حيوية، تخصصها الوظيفي مرتبط ببنيتها الفراغية. يمثل الشكل (أ) من الوثيقة الآتية مراحل تركيب بروتين وظيفي (الجزيئة س) و الشكل (ب) يمثل بنيته الفراغية باستعمال مبرمج (Rastop) أما الشكل (ج) فيظهر بعض الروابط الكيميائية الموجودة في هذه البنية الفراغية.



الشكل (أ)



الشكل (ب)



الشكل (ج)

الوثيقة

1- تعرّف على المرحلتين (أ) و (ب) من الشكل (أ) و على الروابط المرقمة من 1 إلى 4 من الشكل (ج) ثم حدّد مستوى البنية الفراغية للبروتين (س) الممثلة في الشكل (ب) مع التعليل.

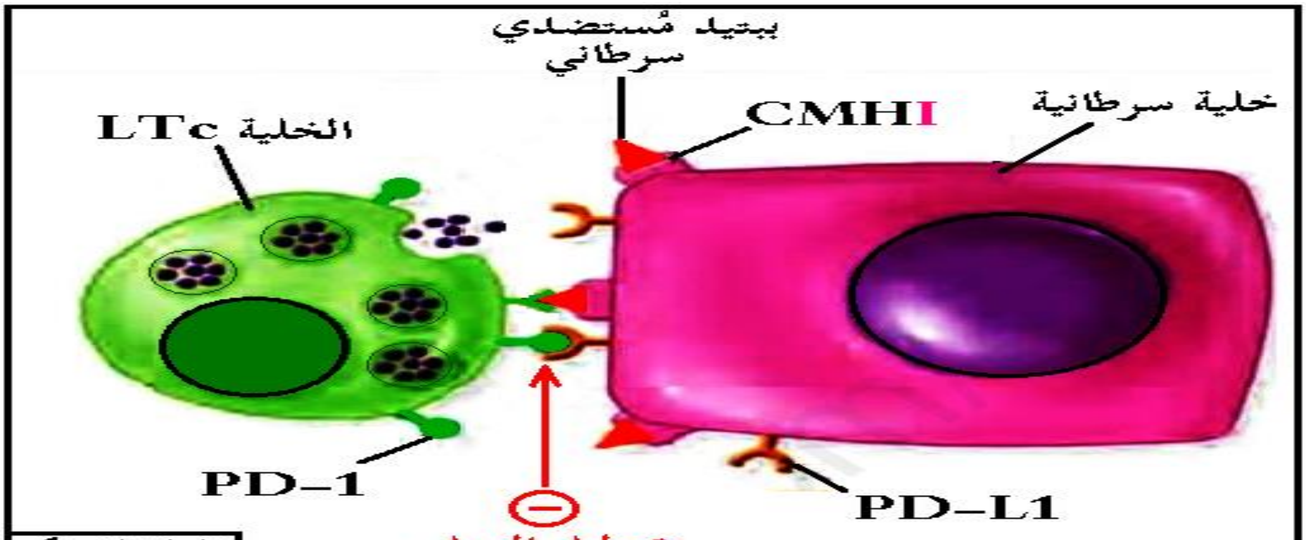
2- بين في نص علمي آليات تركيب البروتين و كيفية إكتسابه تخصا وظيفيا من معطيات الوثيقة و مكتسباتك.

التمرين الثاني

سمحت المعارف المتعلقة بجهاز المناعة بتطوير علاجات جديدة للسرطان، ولمعرفة كيف تعمل هذه الخيارات العلاجية الجديدة على مساعدة المرضى في محاربة السرطان، تُقترح عليك الدراسة التالية.

الجزء الأول:

تمثل **الوثيقة (1)** طريقة تأثير البروتين الغشائي **PD-L1** لبعض الخلايا السرطانية على الخلايا المناعية.



الوثيقة (1)

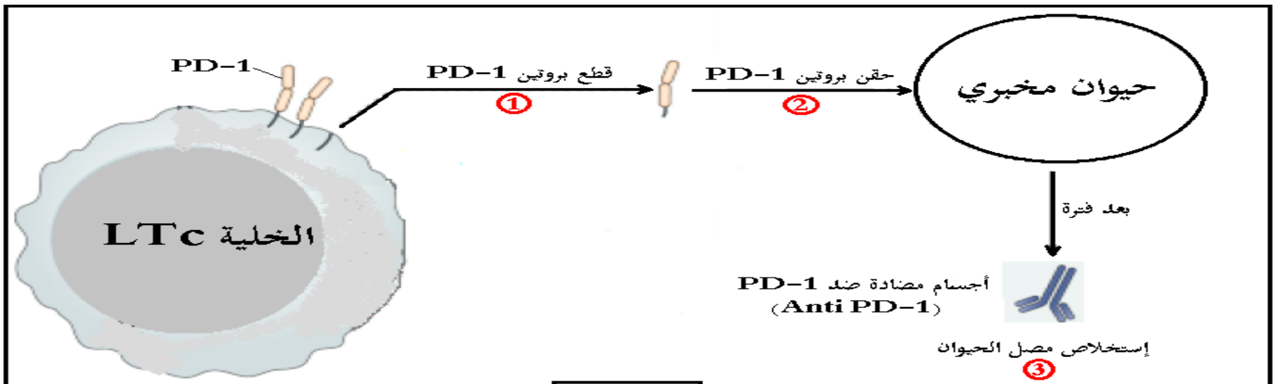
باستغلالك للوثيقة (1):

1. **إستخرج** تأثير بروتين PD-L1 على الخلايا المناعية **مُوضِّحًا** علاقة ذلك بتطور بعض الأورام السرطانية.
2. **إقترح** فرضية تُبيّن طريقة علاجية للحد من تكاثر هاته الأنواع من الأورام السرطانية.

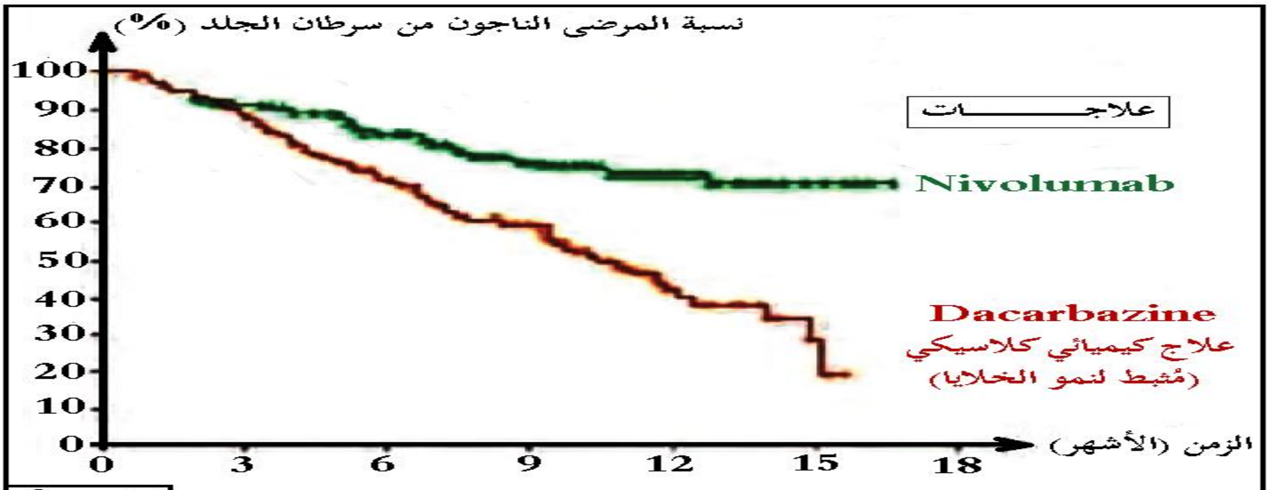
الجزء الثاني:

للتأكد من صِحة الفرضية المقترحة، تُقترح عليك الدراسات التالية.

الوثيقة (2) تمثل نتائج التجارب السريرية لدواء Nivolumab على مرضى مصابين بسرطان الجلد.



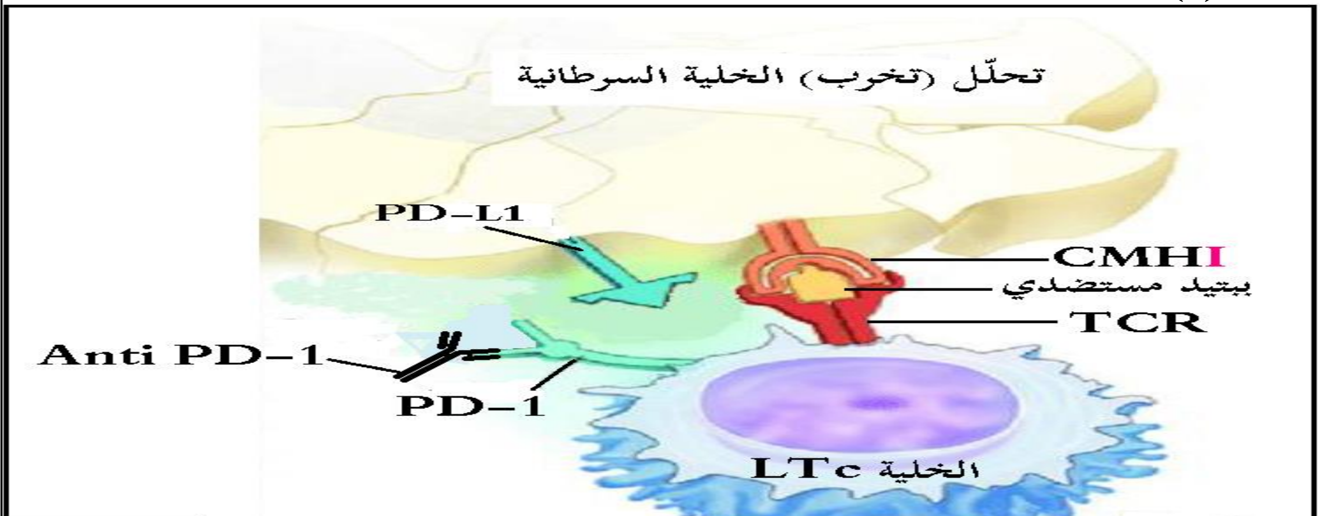
الوثيقة (3)



الوثيقة (2)

الوثيقة (3) تمثل الخطوات المبسطة للحصول على دواء Nivolumab.

الوثيقة (4) تمثل آلية تأثير دواء Nivolumab.



الوثيقة (4)

1. فسّر آلية تأثير دواء Nivolumab على الخلايا السرطانية **بإستغلالك** لمعطيات الوثائق (2)، (3) و(4) **مُعلّلا** صِحة الفرضية المقترحة.

2. إقترح طريقة علاجية ثانية تسمح بتدعيم الطريقة العلاجية المدروسة.

الجزء الثالث:

أنجز مُخططًا تفسيريًا لمراحل الإستجابة المناعية ضد الخلايا السرطانية **مُستعينًا** بنتائج هذه الدراسات ومكتسباتك.

تصحيح الموضوع الأول

التمرين الأول

تسمية البيانات مع تحديد دور كل منها:

1- HLAI : محدد للذات يتواجد عند جميع الخلايا التي لها نواة، تعرض عليه الخلية المصابة ببتيد المستضدات داخلية المنشأ.

2- BCR (جسم مضاد مثبت): يتكامل بنيويا مع محددات المستضدات المنحلة أثناء مرحلة التعرف (التعرف المباشر).

3- مستضد H قاعدة سكرية أولية قليلة التعدد) : مشتركة عند جميع كريات الدم الحمراء، تساهم في تحديد الزمر الدموية (A, B , AB ; O) وهذا حسب وجود أو غياب السكر السادس ونوعه.

4- أجسام مضادة حرة: تشكيل معقدات مناعية مع محددات المستضدات المنحلة لإبطال مفعوله....

5- HLAII: محدد ذات يتواجد عند بعض الخلايا المناعية (البالعات وLB) تعرض عليه ببتيد المستضدات خارجية المنشأ.

التعرف على الخليتين (أ وب) والمعيار:

الخلية أ: خلية لمفاوية LB: يوجد على سطح غشاءها جزيئات HLAI، HLAII ومستقبلات غشائية نوعية عبارة عن أجسام مضادة مثبتة (BCR).

الخلية ب: كرية دم حمراء ذات زمرة +AB: يوجد على سطحها المستضدين الغشائيين A وB لنظام ABO والبروتين D لعامل الريزوس.

إبراز النمط الوراثي الشخص صاحب العينة:

الاحتمال (1) للنمط الوراثي للخلية	الاحتمال (2) للنمط الوراثي للخلية
$A_{20}C_7B_{19}DR_{45}DQ_2DP_6$/ A/ D $A_{11}C_2B_{48}DR_{16}DQ_5DP_1$/ B/ D	$A_{20}C_7B_{19}DR_{45}DQ_2DP_6$/ A/ D $A_{11}C_2B_{48}DR_{16}DQ_5DP_1$/ B/ d

النص العلمي:

- للبروتينات دور هام في تحديد هوية بيولوجية يتميز بها كل فرد عن غيره، كما أن دخول أي جسم للعضوية لايتوافق معها في الهوية المحددة تتدخل من أجل القضاء عليه بغرض حماية العضوية، فكيف تساهم هذه البروتينات في تحديد ذات كل فرد على حدى والدفاع عنها ضد كل ما هو لاذات؟
- تحمل خلايا عضوية كل فرد على سطح أغشيتها جزيئات غليكوبروتينية وهي محددة وراثيا، وتتمثل مؤشرات الذات في نظام HLA بصنفية، نظام ABO وعامل ريزوس:

- HLAI يتواجد على أسطح جميع الخلايا ذات النواة، بينما HLAII يتواجد على سطح بعض الخلايا المناعية (LB والبالعات)

- تشرف على هذه الجزيئات مورثات متعددة محمولة على الصبغي 6 ، حيث نجد المورثات A ،C ،B تشفر لـ HLAI والمورثات DR ،DQ ،DP تشفر لـ HLAII، تمتاز كل مورثة بتنوع أليلاتها مع غياب السيادة بينها ومنه تنوع التراكيب الأليلية للفرد وتنوع الجزيئات الغشائية مما يؤدي إلى تميز كل فرد بصنفين محددين من HLA على سطح خلاياه واختلافهم من شخص لآخر ما عدا عند التوأم الحقيقي.

- يوجد على سطح الخلايا التي ليس لها نواة وهي ك د ح جزيئات غليكوبروتية أخري تعتبر محدداتها وهي مؤشرات الزمر الدموية لنظام ABO وتتمثل في المستضدات الغشائية A ،B ،O، تختلف فيما بينها في إضافة الجزيئة السكرية السادسة للمستضد H أو غيابها، إذ يتم هذا بتدخل إنزيمات تشفر لها المورثة I المحمولة على الصبغي 9 والتي بها 3 أليلات : A وB سائدين ينتج عنهما الانزيمين A وB على التوالي، بينما الأليل O ينتج عنه بروتين غير وظيفي.

– الإنزيم A يربط الجزيئة GALNAG مع المستضد H مما يعطي الزمرة A، الانزيم B يربط الجزيئة GAL مع المستضد H مما يعطي الزمرة B، وجود الإنزيمين A و B يعطي الزمرة AB.

– البروتين غير الوظيفي لا يربط أي جزيئة مع المستضد H وهذا ما يعطي الزمرة O.

– كما يوجد مورثة محمولة على الصبغي 1 تشفر لبروتين D والذي وجوده يحدد عامل الريزوس الموجب وغيابه يحدد عامل الريزوس السالب.

– أي اختلاف في هذه الجزيئات فهو لاذات ويؤدي إلى توليد استجابة مناعية حيث تتعرف لمة من LB تعرفا مباشرا على محدد المستضد عن طريق التكامل البنيوي النوعي بين BCR المحمول على سطح أغشيتها ومحددات المستضد فتصبح محسسة منشطة ثم تتكاثر وتتمايز إلى خلايا بلازمية مفرزة لأجسام مضادة حرة لها نفس بنية BCR، ترتبط الأجسام المضادة مع محددات المستضد التي حرضت على انتاجها وفق التكامل البنيوي النوعي مشكلة معقدات مناعية تبطل مفعول المستضد وتمنع انتشاره وتسهل القضاء علية بتدخل البالعات (عملية البلعمة).

– تحدد الهوية البيولوجية لكل فرد وراثيا معطية جزيئات غليكوبروتينية تعرف بمؤشرات الذات المتمثلة في CMH بصنفيه، نظام ABO وعامل الريزوس أي جسم يختلف في هذه المؤشرات يعبر لاذات ويحرض استجابة مناعية انطلاقا من مرحلة تعرف LB بواسطة BCR وصولا إلى تشكل معقدات مناعية بين الأجسام المضادة ومحددات المستضد وبالتالي تسهيل الاقصاء.

التمرين الثاني

الجزء الأول :

1-الأحماض الأمينية مميزة للبروتين واليوريدين مميز للـARN أما الإشعاع فلتتبع المسار .

الفرق: -الإستنساخ عند بدائيات النواة يتم في الهيولى مقارنة بالنواة عند حقيقيات النواة

-الإستنساخ والترجمة يحدثان في نفس الوقت (متزامنان) عند بدائيات النواة بينما حدوثهما مستقل عند حقيقيات النواة.

2-من الوثيقة 2 :

يمر تركيب البروتين بمرحلتين الإستنساخ بتدخل الـARN بوليميراز الذي يركب سلاسل ARNm والترجمة بتدخل الريبوزوم الذي يركب سلاسل متعدد بيبتيد

من الوثيقة 1 :

-نلاحظ أن إدماج اليوريدين المشع بقي ثابتا بعد إضافة Gentamycine دليل على تركيب الـARNm ومنه لا يؤثر المضاد الحيوي على عملية الإستنساخ.

-نلاحظ تناقص إدماج الأحماض الأمينية بعد إضافة المضاد الحيوي دليل على تثبيط عملية الترجمة أي بتثبيط الريبوزوم.

وعليه تكون الفرضيات متعلقة بمرحلة الترجمة فقط :

1-يثبط Gentamycine العمل الطبيعي للريبوزوم بتثبيت أحماض أمينية خاطئة ..

2-يثبط Gentamycine تثبت تحت الوحدة الصغرى .

3-يثبط Gentamycine تثبت تحت الوحدة الكبرى.

4-يثبط Gentamycine تشكل الرابطة البيبتيدية.

5-يثبط Gentamycine انتقال الريبوزوم (م.الإستطالة).

6-يثبط Gentamycine تثبت المعقدات أحماض أمينية -ARNt .

الجزء الثاني :

*****من الوثيقة 3 :**

****من الشكل أ :**

تتم عملية الترجمة وفق 3 مراحل بداية نهاية واستطالة :

- يرتبط ARNm بتحت الوحدة الصغرى للريبوزوم , مع توضع معقد [ميثيونين -ARNt]على الرامزة الموافقة على مستوى ARNm وهي رامزة البداية AUG.

-ترتبط تحت الوحدة الكبرى بتحت الوحدة الصغرى و تتشكل رابطة بيبتيدية بين الميثيونين و الحمض الاميني الثاني.

ينتقل الريبوزوم برامزة واحدة في الإتجاه 5'-3' ويرتبط الحمض الاميني 3 برابطة بيبتيدية مع ثنائي البيبتيد ليتشكل ثلاثي بيبتيد.تستمر هذه العملية و تستمر معها عملية استطالة متعدد البيبتيد حيث يضاف حمض أميني عند كل خطوة للريبوزوم .

-في النهاية يتشكل بروتين مكون من تتابع أحماض أمينية محددة حسب الرسالة الوراثية فيقوم بأداء وظيفته.

****من الشكل ب :**

-نلاحظ تثبت GENTAMYCINE على مستوى ت.و.ص

- يرتبط ARNm بتحت الوحدة الصغرى للريبوزوم , مع توضع معقد [ميثيونين -ARNt]على الرامزة الموافقة على مستوى ARNm وهي رامزة البداية AUG. **[ومنه الفرضية(2)خاطئة]**

-ترتبط تحت الوحدة الكبرى بتحت الوحدة الصغرى و تتشكل رابطة بيبتيدية بين الميثيونين و الحمض الاميني الثاني.**[ومنه الفرضية (3)و(4) خاطئتان]**

-ينتقل الريبوزوم برامزة واحدة في الإتجاه 5'-3' ويرتبط الحمض الاميني 3 برابطة بيبتيدية مع ثنائي البيبتيد ليتشكل ثلاثي بيبتيد **[ومنه الفرضية (5) خاطئة]** وتستمر عملية تثبيت الـ ARNt **[ومنه الفرضية (6) خاطئة]**.

-لكن في النهاية يتشكل لدينا بروتين غير وظيفي سرعان ما يتفكك إلى أحماض أمينية كما أن تتابع أحماضه الأمينية يختلف عن البروتين الطبيعي الوظيفي حيث نجد اختلافا في:

-الحمض الأميني الثالث Arg الذي **استبدل** بالـ Lys بالرغم من أن الرامز AGG في الـARNm لم تتغير , هذه الرامزة ترمز لـ Arg حسب الوثيقة 4 والتي تمثل جدول الشفرة الوراثية.

-الحمض الأميني الخامس Ser الذي استبدل بالـ Trp بالرغم من أن الرامز UCG في الـARNm لم تتغير ,هذه الرامزة ترمز لـ Ser حسب **الوثيقة 4.**

*****التركيب :**

يتثبت المضاد الحيوي الـ Gentamycine على تحت الوحدة الصغرى للريبوزوم ويعمل على إحداث أخطاء أثناء قراءة تتابع نكليوتيدات الـ ARNm وذلك بربط معقدات ARNt-حمض أميني لا تتوافق مع رامزات الـARNm ما ينتج عنه تغير في تتابع الأحماض الأمينية المشكلة للبروتين المركب فنتحصل على بروتين غير وظيفي .

*****ومنه صحة الفرضية رقم 1**

التمرين الأول

- التعرّف على المرحلتين : المرحلة (أ) ← إستنساخ ، المرحلة (ب) ← ترجمة.

التعرّف على الروابط المرقمة : 1- رابطة شاردية ، 2- رابطة هيدروجينية ، 3- جسر ثنائي الكبريت ،

4- روابط (أقطاب) كارهة للماء .

تحديد مستوى البنية : بنية ثالثية.

لتعليل: سلسلة ببتيدية واحدة تضمنت بنيات ثانوية حلزونية α و أخرى وريقيةβ و مناطق انعطاف.

2- النص العلمي: تركب الخلية البروتين بآليات محدّدة حيث أن التخصص الوظيفي لهذه لبروتينات مرتبط بنيتها الفراغية.كيف يتشكل البروتين و كيف يكتسب تخصصه الوظيفي ؟

- تتمثل المرحلة الأولى من تركيب البروتين في الإستنساخ الذي يتم بفضل إنزيم بلمرة على طول المورثة للسماح بتشكيل ARNm و تتمثل المرحلة الثانية في الترجمة التي تم بفضل الريبوزومات لتحويل اللغة النووية إلى بروتين يتكون من عدد و نوع و تسلسل محدّد للأحماض الأمينية وفقا للمعلومة الوراثية.

- يكتسب البروتين المتشكل بنية ثلاثية الأبعاد بانطواء السلسلة الببتيدية نتيجة نشاط لروابط التي تنشأ بين لسلاسل الجانبية الحرة للأحماض الأمينية.

- تستقر البنية الفراغية عند تشكل روابط في أماكن محدّدة قد تكون هيدروجينية ، شاردية ، كارهة للماء ، و جسور ثنائية الكبريت فتصبح البنية وظيفية.

تتوقف البنية الفراغية و بالتالي التخصص الوظيفي للبروتين ، على الروابط (ثنائية لكبريت، شاردية، ...) التي تنشأ بين أحماض أمينية محدّدة ، و متوضعة بطريقة دقيقة في السلسلة الببتيدية حسب الرسالة الوراثية

التمرين الثاني

إستخراج تأثير بروتين PD-L1 على الخلايا المناعية مع توضيح علاقة ذلك بتطور بعض الأورام السرطانية:

إستغلال الوثيقة (1): تمثل الوثيقة (1) طريقة تأثير البروتين الغشائي PD-L1 لبعض

الخلايا المناعية، حيث نلاحظ الخلايا السرطانية على:

- تتعرف الخلية LTc تعرفًا مُزدوجًا بواسطة المستقبل الغشائي TCR على المعقد المعروض على غشاء الخلية السرطانية (ببتيد مستضدي- CMHI) نتيجة التكامل البنيوي بينهما، لكن في وجود تكامل بنيوي بين بروتين PD-L1 المعروض على غشاء الخلية السرطانية وPD-1 المعروض على غشاء الخلية LTc يسمح بتشكيل معقد

فيُقلل من إفرازها للبرفورين، (LTc الذي يُعطل عمل الخلية **PD-1 -PD-L1**) LTc. يُثبط عمل الخلية PD-L1 **وهذا يدل على** أن البروتين الغشائي

الإستنتاج: البروتين الغشائي PD-L1 **يُثبط عمل الخلية LTc** للخلية السرطانية **بحدّ من إفراز البرفورين.**

⇦ مما سبق، يتبين أن البروتين الغشائي PD-L1 يقوم بتعطيل عمل الخلايا LTc المسؤولة على القضاء على الخلية السرطانية مما يسمح بتكاثر الخلايا السرطانية وتطوّر الورم

إقتراح فرضية تُبيّن طريقة علاجية للحد من تكاثر هاته الأنواع من الأورام السرطانية:

- للحد من تكاثر هاته الأورام السرطانية **تُستعمل أجسام مُضادة ضد PD-1 (Anti PD-1)** ترتبط نوعيًا مع البروتين الغشائي PD-1 للخلية LTc.

تفسير آلية تأثير دواء Nivolumab على الخلايا السرطانية بإستغلالك لمعطيات الوثائق (2)، (3) و(4) مع تعليل صِحة الفرضية المقترحة:

إستغلال الوثيقة (2): الوثيقة (2) تمثل نتائج التجارب السريرية لدواء Nivolumab على مرضى مصابين بسرطان الجلد، حيث نلاحظ:

- **مع العلاج الكيميائي الكلاسيكي (المُثبط لنمو الخلايا):** إنخفاض سريع لنسبة المرضى الناجون من سرطان الجلد لتصل إلى حوالي 20 % عند بعد 15 شهرًا، **وهذا يدل على** الفعالية المحدودة للعلاج الكيميائي الكلاسيكي، ويتزامن ذلك مع إنخفاض بطيء لنسبة المرضى الناجون **بإستعمال دواء Nivolumab**، **وهذا يدل على** الفاعلية الكبيرة لهذا الأخير مقارنة مع العلاج الكيميائي الكلاسيكي.

الإستنتاج: دواء Nivolumab **أكثر فاعلية** في علاج مرض سرطان الجلد من العلاج الكيميائي الكلاسيكي.

إستغلال الوثيقة (3): الوثيقة (3) تمثل الخطوات المبسطة للحصول على دواء Nivolumab، حيث نلاحظ:

- يتم قطع بروتين PD-1 من الخلية LTc ثم حقنه في حيوان مخبري، بعد فترة زمنية يتم إستخلاص مصل الحيوان الذي يحتوي على أجسام مضادة ضد PD-1، **وهذا يدل على** دواء Nivolumab يتمثل في الأجسام المضادة ضد PD-1.

الإستنتاج: دواء Nivolumab عبارة **عن أجسام مضادة نوعية ضد البروتين PD-1 (Anti PD-1).**

إستغلال الوثيقة (4): الوثيقة (4) تمثل آلية تأثير دواء Nivolumab، حيث نلاحظ:

يُنافس دواء Nivolumab المتمثل في الأجسام المضادة Anti PD-1 على الإرتباط بالبروتين الغشائي PD-1 للخلية LTc مُشكلاً مُعقدًا مناعيًا يُعطل عمله مما يسمح للخلية LTc بأداء وظيفتها والمتمثلة في القضاء على الخلية السرطانية بإفرازها لكميات كبيرة من البرفورين وذلك بعد تحقيق التعرف المزدوّج، **وهذا يدل على** أن دواء Nivolumab يمنع إرتباط البروتين السرطاني PD-L1 مع البروتين PD-1 للخلية LTc. **الإستنتاج:** يعمل دواء Nivolumab **على تثبيط عمل البروتين السرطاني PD-L1.** مما سبق، يتبين أن دواء Nivolumab عبارة عن أجسام مضادة ضد PD-1 يتم الحصول عليها مخبريًا، تتمثل **آلية تأثيره في** إرتباطه **إرتباطًا نوعيًا** ببروتين PD-1 **للخلية** LTc **مُشكلاً مُعقدًا مناعيًا يمنع إرتباط بروتين PD-L1 للخلية السرطانية مع البروتين PD-1 للخلية LTc** مُسببًا **تثبيط عمله** وبالتالي **قدرة الخلية LTc على إفراز البرفورين** بعد التعرف المزدوج على الخلية السرطانية **وبالتالي القضاء عليها**، وهذا ما يؤكد **صِحة الفرضية المقترحة** والتي تنص على أن الطريقة العلاجية تتمثل في إستعمال أجسام مضادة ضد PD-1 ترتبط نوعيًا مع البروتين الغشائي PD-1 للخلية LTc.	